



JP 3-190586 : 1

Kokai (Japanese Unexamined Patent Publication) No. 3-190586

Published Date: August 20, 1991

Application No. 1-326392

Filing Date: December 15, 1989

Applicant : Matsushita Electric Works Ltd.

Inventors : K. Soushin, H. Koshinn, S. Okamoto

[Title of the Invention]

Motor-Driven Tool

[Scope of Claim for Patent]

1. A motor-driven tool using a brushless motor, comprising a drive circuit portion which drives the brushless motor, a first control circuit which controls the drive circuit portion so that the brushless motor functions as a brushless motor in a normal screw fastening operation, a second control circuit which controls the drive circuit portion so that the brushless motor functions as a stepping motor, and a switching circuit which switches the first and second control circuits at an optional time.

2. A motor-driven tool according to claim 1, wherein said second control circuit a first oscillator which produces basic clock pulses, a second oscillator which produces clock pulses with periods considerably longer than those of the clock pulses of the first oscillator, a gate circuit which calculates a logical AND of the outputs of the two oscillators, a counter which counts the outputs of the gate circuit, and a memory which outputs prestored-data corresponding to the address in accordance with the output of the counter as an excitation signal the same as an excitation signal of the first control circuit.

[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[Technical Field of the Invention]

The present invention relates to a motor-driven tool,

such as a drill or a screwdriver, etc., in which the service life can be prolonged by using a brushless motor.

[Prior Art]

Conventionally, in a rechargeable motor-driven tool, in which a DC motor with brushes is often used, the service life thereof mainly depends on the life of the brushes in the DC motor. To this end, there have been many motor-driven tools of which the brush itself is replaceable.

In general, the service life of a brushless motor is very long since the only element to be worn is a bearing. In recent years, various maintenance-free robots or tools of which the service life can be prolonged have been proposed.

A rechargeable tool of the kind is generally constructed as shown in Fig. 9. A brushless motor 22 is provided in a body 21. A speed-reduction gear 23 is attached to a drive shaft of the brushless motor 22. A chuck 24 is provided on an output shaft of the speed-reduction gear 23. A rechargeable battery 26 is housed in a handle 25. A switch lever 27 for power source is attached to an upper part of the handle 25.

A conventional technology will be explained below referring to Figs. 5 to 8. In a brushless motor for a rechargeable motor driven tool, Hall effect devices  $H_u$ ,  $H_v$ ,  $H_w$  are spaced at 60 mechanical degrees as shown in Figs. 5 and 6, and output signals corresponding to a magnetic pole of the permanent magnet armatures 1 opposed and spaced via a gap or a density of flux of a position detecting magnet. The signals are represented by sine-curved voltage waveshapes whose phases differ by  $2\pi/3$ , as shown in Figs. 8(a) to 8(c). Through a distribution circuit 2, which generates necessary signals for a three-phase bipolar drive circuit based on the signals, six signal trains as shown in Figs. 8(d) to 8(i) are outputted therefrom for driving six power MOSFETs  $Tr_{16}$  to  $Tr_{21}$ , which are connected to each coils  $L_u$ ,  $L_v$ ,  $L_w$ . As shown in Fig. 8(k), (m),

and (o), the output signal trains shown in Figs. 8(e), 8(g), 8(i) among the 6 signal trains shown in Figs. 8(d) to 8(i) are adapted to drive gates of the lower power MOSFETs  $Tr_1$  to  $Tr_{20}$ , in a pair of half bridges, by means of transistor bridges 5, to 5<sub>6</sub> which are composed of PNP and NPN type transistors.

When the output of the distribution circuit 2 (shown in Figs. 8(e), (g), and (i)) is of H level, the outputs of the transistor bridges of 5<sub>4</sub> to 5<sub>6</sub> become H level and the power MOSFETs  $Tr_1$  to  $Tr_{21}$  are turned ON. Conversely, if the output of the distribution circuit 2 (shown in Figs. 8(e), (g), and (i)) is of L level, the power MOSFETs  $Tr_1$  to  $Tr_{21}$  are turned OFF. Similarly, as shown in Figs. 8(j), (l), and (n), the other output signal trains (shown in Figs. 8(d), (f), and (h)) are adapted to drive the gates of the upper power MOSFETs  $Tr_{16}$  to  $Tr_{18}$  of the half bridge by means of transistors  $Tr_{13}$  to  $Tr_{15}$ , floating power sources 4<sub>1</sub> to 4<sub>3</sub>, and transistor bridges of 5<sub>1</sub> to 5<sub>3</sub>. However, since the sources of the upper power MOSFETs  $Tr_{16}$  to  $Tr_{18}$  are connected to the drains of the lower power MOSFETs  $Tr_{19}$  to  $Tr_{21}$ , the voltage levels with respect to the ground differ depending on ON or OFF state of the lower power MOSFETs  $Tr_1$  to  $Tr_{21}$ .

Generally, since a power MOSFET is driven when a given voltage is applied between its gate and drain, the upper power MOSFETs  $Tr_{16}$  to  $Tr_{18}$  require a power source separate from that for the lower MOSFETs  $Tr_1$  to  $Tr_{21}$ . To this end, using floating power sources 4<sub>1</sub> to 4<sub>3</sub>, which are composed of preventing reverse current diodes  $D_1$  to  $D_3$ , condensers  $C_1$  to  $C_3$  for accumulating charges, charging resistors  $R_{12}$  to  $R_{13}$ , the upper power MOSFETs  $Tr_{16}$  to  $Tr_{18}$  are driven due to charges accumulated in the condensers  $C_1$  to  $C_3$ , which are separated from the ground by the resistors  $R_{12}$  to  $R_{14}$ . If the outputs shown in Figs. 8(d), (f), and (h) are of H level, the power MOSFETs  $Tr_{16}$  to  $Tr_{18}$ , to the gates of which the signals of L level, reversed by the

transistors  $Tr_{13}$  to  $Tr_{15}$  are inputted, are turned OFF. If the output shown in Figs. 8(d), (f), and (h) are of L level, the power MOSFETs  $Tr_{16}$  to  $Tr_{19}$ , to the gates of which the H level signals, reversed by the transistors  $Tr_{13}$  to  $Tr_{15}$ , are inputted, are turned ON.

[Problems to be solved by the Invention]

In the aforementioned prior art, the brushless motor only rotates and cannot be used to carry out an operation, such as an adjustment of the height level of screws or fastening of a screw step by step while checking an insertion depth of the screw. This is because the motor can be stopped by releasing the switch of the motor-driven tool, but the number of revolutions of the motor cannot be controlled.

In view of the foregoing, the present invention is aimed at a provision of a motor-driven tool in which the operation can be switched to a step-driving during the fastening operation of a screw whereby the height of heads of screws can be adjusted to be identical by an intermittent rotation of the motor.

[Means for Solving the Problem]

The present invention provides a motor-driven tool using a brushless motor, comprising a drive circuit portion which drives the brushless motor, a first control circuit which controls the drive circuit portion so that the brushless motor functions as a brushless motor in a normal screw fastening operation, a second control circuit which controls the drive circuit portion so that the brushless motor functions as a stepping motor, and a switching circuit which switches the first and second control circuits at an optional time.

The second control circuit is composed of a first oscillator which produces basic clock pulses, a second oscillator which produces clock pulses with periods considerably longer than those of the clock pulses of the first oscillator, a gate circuit which calculates a logical AND of

the outputs of the two oscillators, a counter which counts the outputs of the gate circuit, and a memory which outputs prestored-data corresponding to the address in accordance with the output of the counter as an excitation signal the same as an excitation signal of the first control circuit.

[Mode of Operation]

Firstly, the switching means is controlled to input the output of the first control circuit into the drive circuit so as to fasten a screw in a normal way. In the course of this operation, the switching means is actuated to input the output of the second control circuit into the drive circuit so as to drive the brushless motor in a step motion.

Also, a memory which, upon receipt of the output of the input thereto, outputs prestored-data corresponding to the address represented by the counter output, as an excitation signal same as an excitation signal of the first control circuit. The excitation signals are intermittently output by repeating the passing and interruption of the clock pulses generated by the first oscillator by the gate circuit. Thus, the brushless motor can be driven stepwise by outputting prestored-data.

[EMBODIMENTS OF THE INVENTION]

Embodiments of the present invention will be explained below referring to the drawings. The basis structure of a brushless motor is the same as that of a stepping motor. Consequently, to achieve the object, in addition to the drive control circuit for a common brushless motor, a control circuit is provided to actuate brushless motor as a stepping motor. The two control circuits are switched by an external switch.

Namely, the brushless motor which normally rotates as a brushless motor is, at an appropriate time, switched to intermittently rotate as a stepping motor which repeats moving and stopping at a given step feed rate. Consequently, the heights of screw heads can be identical or screws can be fastened

while confirming the amount of fastening, due to the intermittent rotation of the motor. For convenience's sake, the switch for changing the operation is provided on the portion of the body of the motor-driven tool that is located close to an operator's thumb when the motor-driven tool is held.

In Fig. 1, an embodiment of a circuit is shown. The structure of the present invention is essentially comprised of a drive circuit portion 10, similar to a conventional drive circuit, which drives a brushless motor, a distribution circuit 2, which defines a control circuit to control the brushless motor so as to function as a brushless motor, and a control circuit 11, which drives the brushless motor in a stepping motion so as to function as a stepping motor. A switching circuit 17, having a logic IC, switches the distribution circuit 2 and the control circuit 11 to change the movement of the brushless motor so as to selectively provide an operation for a brushless motor and an operation for a stepping motor.

Since the drive circuit 10 and the distribution circuit 2 are the same as those in the prior art, only the control circuit 11 to provide the stepping motion will be explained below. As shown in Figs. 5 and 6, the brushless motor is composed of a permanent magnet rotor 1 and excitation coils  $L_u$ ,  $L_v$ , and  $L_w$  surrounding the same, as in the stepping motor.

The difference from the stepping motor basically resides in the way a revolving field is provided. In a brushless motor, three hall effect devices are disposed in a position in which the current phase changes so as to produce a force always in a direction to rotate the rotors. Namely, the brushless motor can generate the revolving field by itself.

On the contrary, the stepping motor can be excited from outside at an optional speed. In an extreme case, the rotor speed cannot be high enough to meet the excitation speed. Various excitation methods are applicable for the external excitation.

In the present invention, since the brushless motor is controlled so as to function directly as a stepping motor, the same excitation pattern (two-phase excitation) as that for the brushless motor, is realized by a logical circuit and a PROM, etc.

In the present invention, the external excitation patterns of the logical level (See Figs. 8 (d), (e), (f), (g), (h), and (i)) are prepared and the drive circuit portion 10 for a driving the brushless motor, as a circuit which amplifies external excitation pattern signals, is switched by the switching circuit 17.

A concrete structure of the control circuit 11 is explained below. In Figs. 1 and 2, basic pulse signals (clock 1), having a comparatively high frequency (but, within a self-drive range of the brushless motor), for a step motion for a stepping motor, are generated by the oscillator 12, and pulse signals (clock 2) having a comparatively long on duration are generated by the subsequent oscillator 13. Repeating passing and interruption of the clock 1 in accordance with the clock 2, the brushless motor is driven intermittently to function as a stepping motor. Thus, the number of steps for one rotation of the drill tip is determined.

This basic step is necessary for the following reasons. When the brushless motor is driven in a stepping motion at a two-phase excitation, one step corresponds to 30 mechanical degrees. However, when the motor is installed in the tool, naturally, the speed is reduced by the speed-reduction gear. Therefore, one step of the step motor corresponds to 1/reduction ratio of the motor-driven tool. Consequently, to rotate the spindle tip of the motor-driven tools by a predetermined angle, it is necessary for the stepping motor to intermittently repeat rotation /interruption by a predetermined number of pulses. The basic step thus determined corresponds to one step at the

spindle tip of the motor-driven tool. Generally, since the reduction ratio is more than one tenth, the speed of the spindle tip will be reduced if no rotation /stopping occurs. This would not be true if the reduction ratio is small.

During the period determined by clock2, the basic step of clock1 is inputted into a sextal counter 15, and produces addresses necessary for the ROM16, such as EPROM which stores therein excitation patterns. The three output lines of the sextal counter 15 for six inputted pulses are used to count from zero to five by binary digits. As the brushless motor of the present invention operates at six modes of excitation signals, the sextal counter 15 is used. The output signals of the sextal counter, indicated by K, L, and M in Fig. 2, are inputted into the addresses of the ROM16.

The ROM16 stores therein the excitation patterns D, E, F, G, H, and I shown in Fig. 2, upon driving the brushless motor. The excitation patterns are successively read in accordance with an increment of the address signal one by one. The excitation patterns D, E, F, G, H, and I are equivalent to the signals (d), (e), (f), (g), (h), and (i) shown in Fig. 8 of the conventional brushless motor. The signals of the excitation patterns D, E, F, G, H and I, identical to the signals issued from the distribution circuit 2 for driving the brushless motor are inputted into the switching circuit 17. The switching circuit 17 composed of the logical IC switches the output by the external operation switch SW<sub>1</sub>. The signals from the distribution circuit 2 and the signals from the control circuit 11 are selectively input to the drive control circuit 10, by means of the operation switch SW<sub>1</sub>. The switching circuit 17 and the operation switch SW<sub>1</sub> constitute a switching means.

In case of normal screw fastening operation, the switching circuit 17 is controlled by the external operation switch SW<sub>1</sub> so as to input the signals from the distribution



circuit 2 into the drive circuit 10. At an optional time, the operational switch  $SW_1$  is actuated so that the output signals from the switching circuit 17 represent the signals from the control circuit 11 to drive the brushless motor in a step motion. During the signal of clock 2 being at an H level, the signals of the excitation patterns D, E, F, G, H, and I shown in Fig. 2 are inputted into the driving circuit 10 to rotate the brushless motor. Also, during the time clock 2 is at an L level, the brushless motor is stopped because of an absence of excitation signals. Consequently, the brushless motor is intermittently rotated, so that screws can be fastened gradually to make identical the heights of screw heads. It is also possible to fasten the screws slowly until a necessary fastening force is obtained.

Fig. 3, shows address and data of ROM16. The ROM16 stores data for the excitation patterns shown in the drawings corresponding to the address which increases one step by one step. Namely, the signals D, E, F, G, H, and I are recorded at bits 0, 1, 2, 3, 4, and 5 of ROM 16, respectively.

The three switches  $SW_a$ ,  $SW_b$ , and  $SW_c$ , which are provided in the distribution circuit 2 shown in Fig. 1, have the following function. Namely,  $SW_a$  is a switch for supplying the power to the driving circuit 10,  $SW_b$  is a switch for supplying the power to the power MOSFET Tr16..., and  $SW_c$  a switch is for controlling the start/stop operation. These switches are turned on in the order of  $SW_a \rightarrow SW_b \rightarrow SW_c$ .

Since the switching order upon starting is determined as mentioned above, if a voltage is applied between the drain and the source of the power MOSFET, the gate of the power MOSFET can be prior to the voltage application, connected it to the ground so that the MOSFET is inactive. Thus, no malfunction is caused by power supply noise. Therefore, no short circuit between the upper and lower power MOSFET bridges take place.

The rotation of the brushless motor 22 is carried out by start/stop signals after turning on the switch  $SW_a$  and then the switch  $SW_b$ . Therefore, before the switch  $SW_c$  is on, power is certainly supplied to the power MOSFET to ensure that the latter operates in the ON state, thus resulting in no fear of a breakage of the power MOSFET.

Fig. 4 shows the arrangement of the above mentioned switches  $SW_a$ ,  $SW_b$ , and  $SW_c$ . Operation pieces 28, 29 and 30 extend from the rear surface of a switch lever 27, and are spaced in the vertical direction. The switches  $SW_a$ ,  $SW_b$ , and  $SW_c$  are arranged on the back side of the switch lever 27, corresponding to the operation pieces 28, 29 and 30. An operation piece 31 is provided on and extends from the rear surface of the switch lever to adjust a speed setting volume 32. Consequently, when the switch lever 27 is depressed, the switch  $SW_a$ , provided for supplying the power to the drive circuit 10 is turned on first and thereafter the switch  $SW_b$ , provided for supplying the power to the power MOSFETs is turned on, and finally, the start/stop switch  $SW_c$  is turned on. Further depression of the switch lever 27 causes the slider 33 to slide through the operation piece 31 to thereby vary the resistance and control or set the speed. As can be seen from the foregoing, the switches  $SW_a$  ... can be actuated in a given order by pulling the single switch lever 27 by a finger.

#### [Effect of the Invention]

As aforementioned, the present invention provides a motor-driven tool using a brushless motor, comprising a drive circuit portion which drives the brushless motor, a first control circuit which controls the drive circuit portion so that the brushless motor functions as a brushless motor in a normal screw fastening operation, a second control circuit which controls the drive circuit portion so that the brushless motor

functions as a stepping motor, and a switching circuit which switches the first and second control circuits at an optional time. The output from the first control circuit is fed to the drive circuit through the switching circuit to carry out a normal screw fastening operation, and in the course of operation, the switching circuit is operated to feed to drive circuit the output from the second control circuit, so that the brushless motor is driven in a step motion. Thus, the operation mode of the brushless motor is switched to the step motion at a predetermined position to gradually rotate the motor so as to make the heights of the screw heads identical. Moreover, the screws can be gradually fastened until a desired fastening force is obtained.

Furthermore, since the second control circuit is composed of a first oscillator which produces basic clock pulses, a second oscillator which produces clock pulses with periods considerably longer than those of the clock pulses of the first oscillator, a gate circuit which calculates a logical AND of the outputs of the two oscillators, a counter which counts the outputs of the gate circuit, and a memory which outputs prestored-data corresponding to the address in accordance with the output of the counter as an excitation signal same as an excitation signal of the first control circuit, prestored-data corresponding to the addresses in accordance with the output of the counter is output from the memory as an excitation signal same as an excitation signal of the first control circuit, wherein the excitation signals are output stepwise by repetition of the passing and interruption of the clock pulses issued from the first oscillator by the gate circuit. Consequently, the brushless motor can be driven in a step motion.

[BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]

[Fig.1] Fig. 1 is a circuit diagram of an embodiment of the invention.

[Fig.2] Fig. 2 shows a operation waveform in an embodiment shown in Fig. 1.

[Fig.3] Fig. 3 is a schematic view to explain the operation in an embodiment shown in Fig. 1.

[Fig.4] Fig. 4 is a structural diagram of a switching portion of an embodiment shown in Fig. 1.

[Fig.5] Fig. 5 shows a cross sectional view of a brushless motor.

[Fig.6] Fig. 6 shows a longitudinal sectional view of a brushless motor.

[Fig.7] Fig. 7 is a circuit diagram of the prior art.

[Fig.8] Fig. 8 shows an operation waveform of Fig. 7.

[Fig.9] Fig. 9 shows a partially broken side view of a motor-driven tool.

2 distribution circuit, 10 the driven circuit, 11 the control circuit, 12 the first oscillator, 13 the second oscillator, 13 the second oscillator, 14 the gate circuit, 15 the sextal counter, 16 the ROM, 22 the brushless motor.

信号として出力するメモリとで上記第2の制御回路を構成したものであるから、メモリにより、カウンタの出力をアドレス入力として該アドレスに対応し予め記憶したデータを第1の制御回路の励磁信号と同じ励磁信号として出力し、この励磁信号はゲート回路にて第1の発振器からのクロックパルスが通過/停止を繰り返すことでステップ状に出力されて、ブラシレスモータをステップ動作させることができるものである。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例の具体回路図、第2図は同上の動作波形図、第3図は同上の動作説明図、第4図は同上のスイッチ部分の構成図、第5図はブラシレスモータの横断面図、第6図は同上の縦断面図、第7図は従来例の具体回路図、第8図は同上の動作波形図、第9図は電動工具の取断側面図である。

2は分配回路、10は駆動回路部、11は制御回路、12は第1の発振器、13は第2の発振器、14はゲート回路、15は6進カウンタ、16はROM、

6はROM、22はブラシレスモータである。

代理人 弁理士 石田 長 七

2 : Distribution Circuit

10 : Drive Circuit

11 : Control Circuit

12 : First Oscillator

13 : Second Oscillator

14 : Gate Circuit

15 : Sextal Counter

16 : ROM

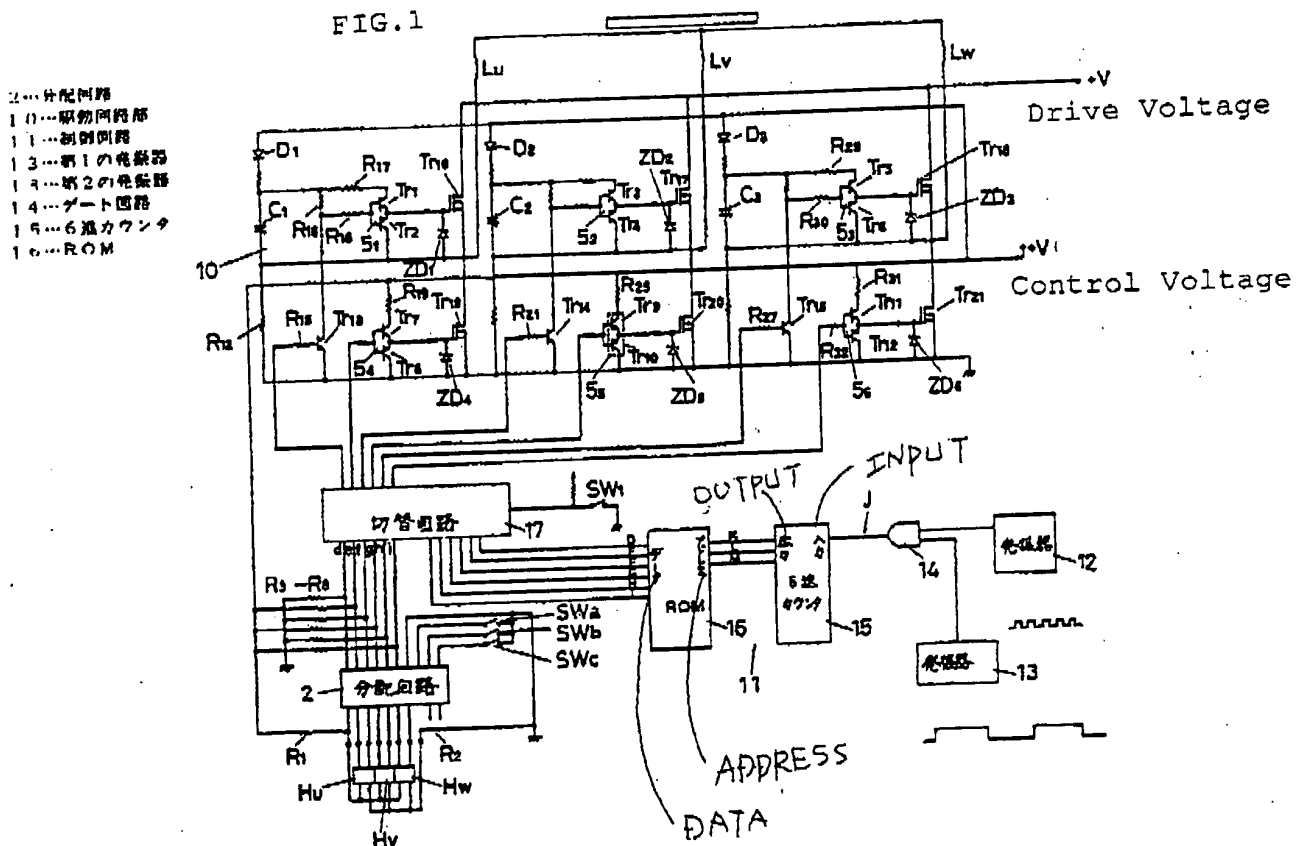


FIG. 2

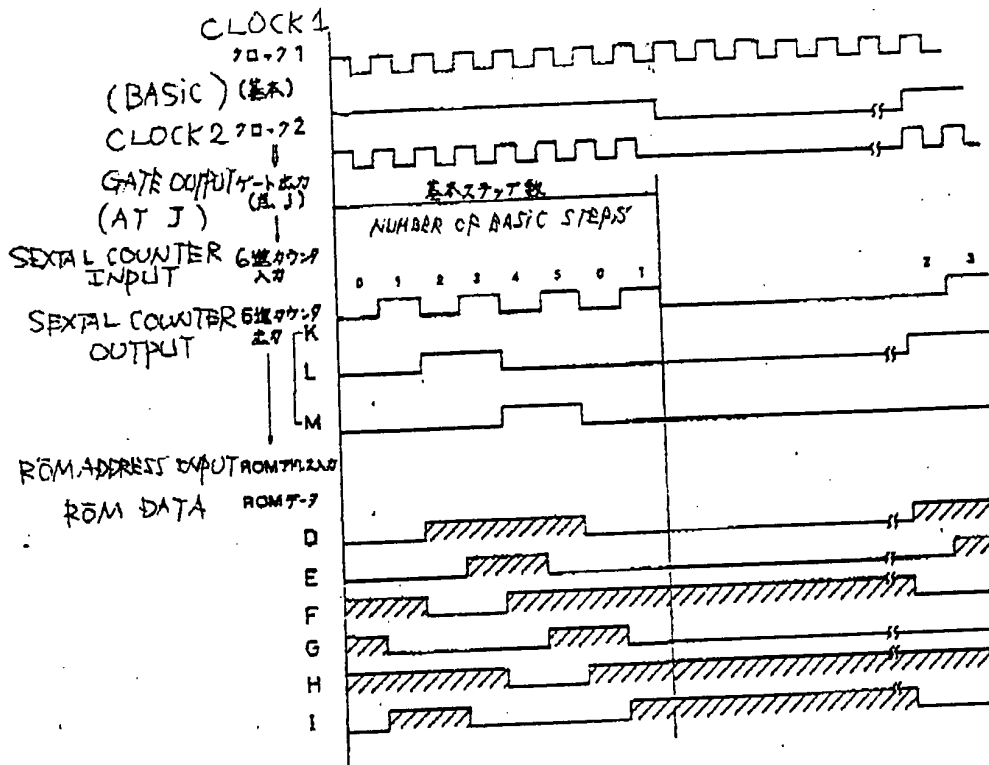


FIG. 3

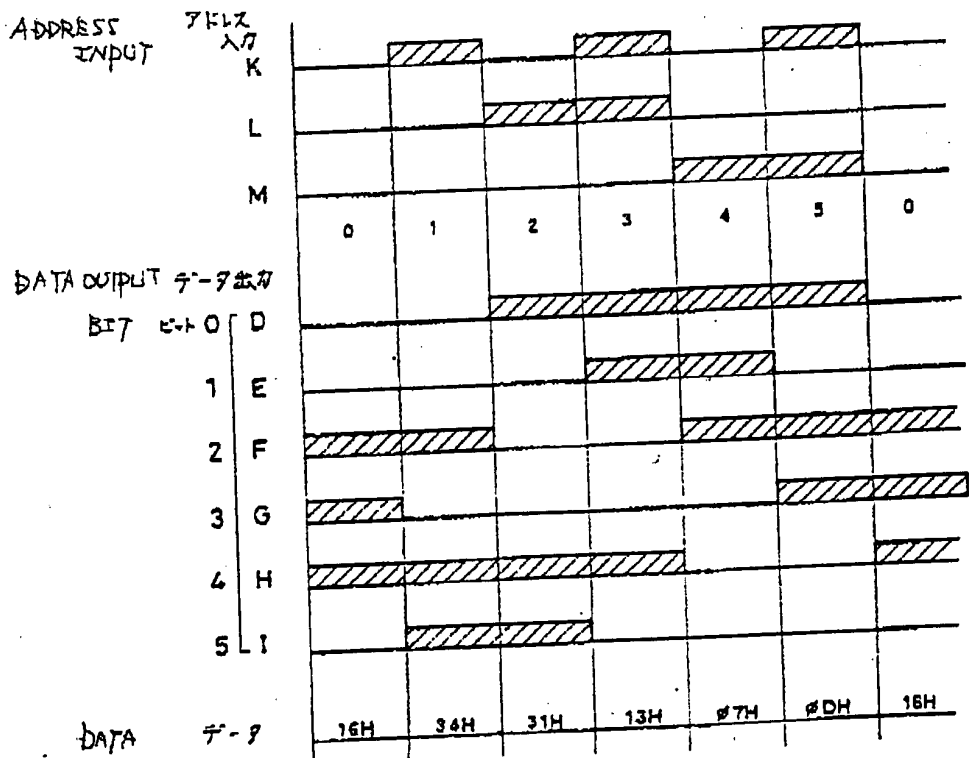


FIG. 4

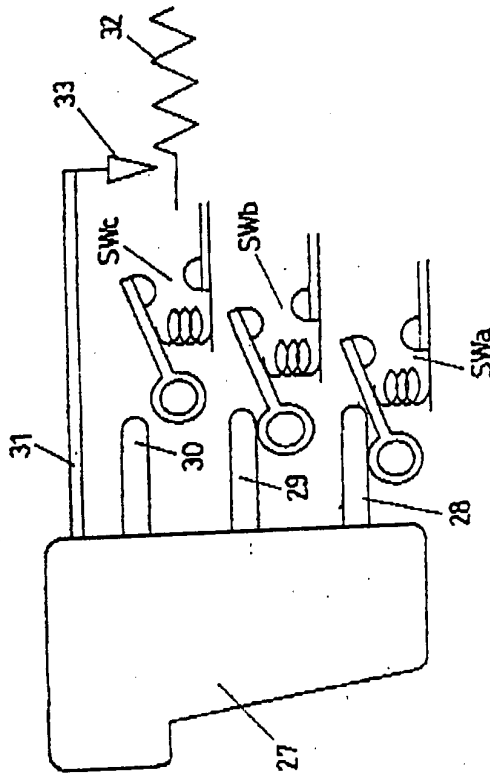


FIG. 5

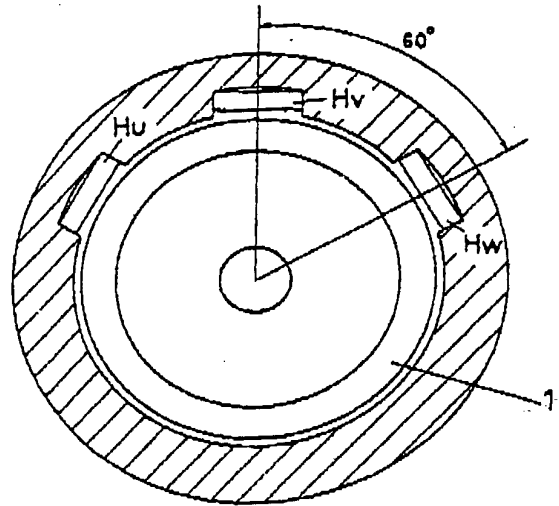
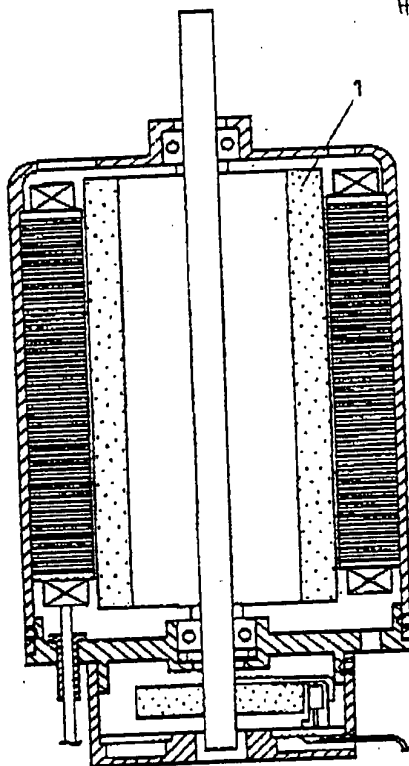


FIG. 6



SIGNALS OF  
HALL EFFECT  
DEVICES

6 SIGNAL-  
TRAINS TO  
DRIVE GATES OF Tr16  
Tr16 ~ Tr21

FIG. 8

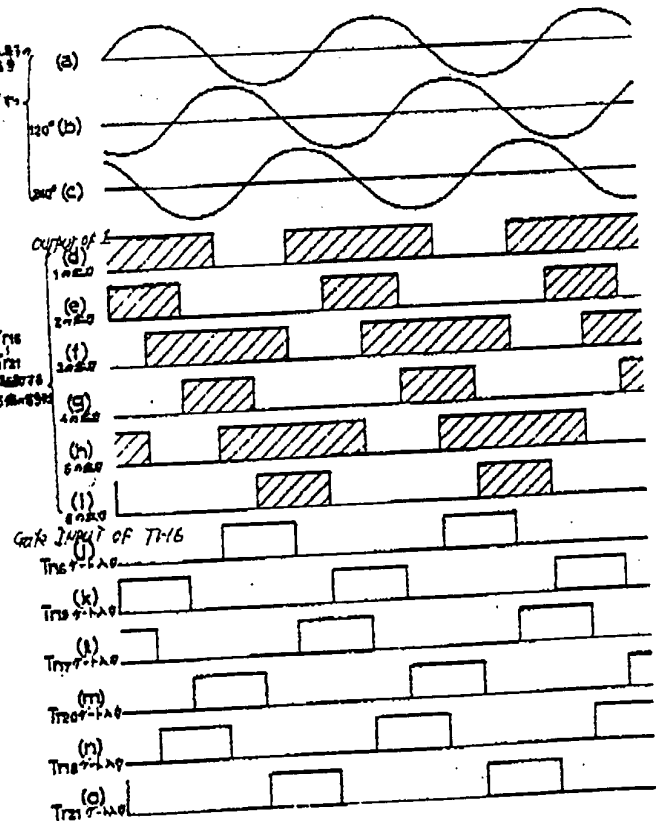


FIG. 7

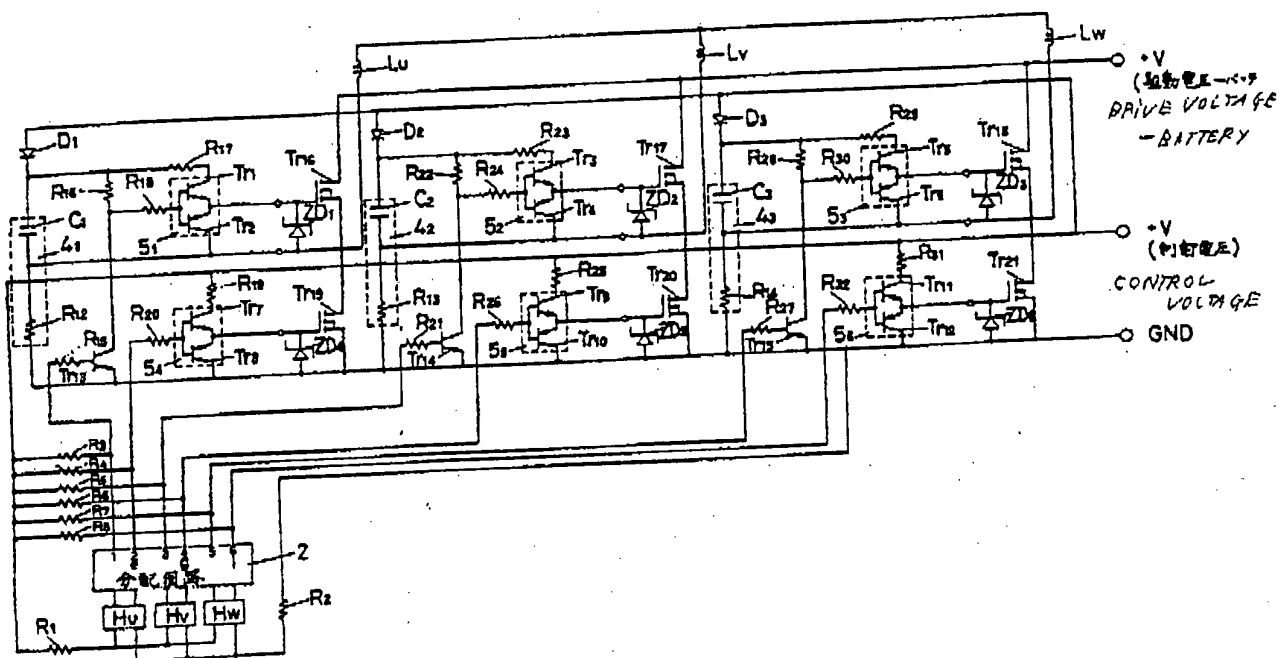
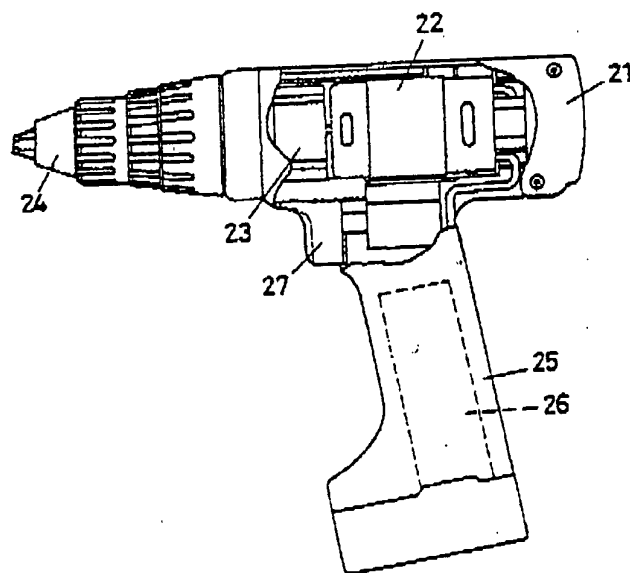


FIG. 9





⑤ 日本国特許庁 (J P) ⑥ 特許出願公開  
 ⑦ 公開特許公報 (A) 平3-190586

⑧ 公開 平成3年(1991)8月20日  
 ⑨ Int. Cl.<sup>3</sup> 371 F 8625-5H  
 H 02 P 6/02 B 25 B 21/00 H 02 P 8/00  
 7181-3C 7315-5H  
 審査請求 未請求 請求項の枚数 2 (全9頁)

⑩ 発明の名称 電動工具

⑪ 特 願 平1-326392  
 ⑫ 出 願 平1(1989)12月15日

⑬ 発 明 者 宗 達 株式会社 松下電工株式会社内  
 ⑭ 発 明 者 小 新 株式会社 松下電工株式会社内  
 ⑮ 発 明 者 岡 本 株式会社 松下電工株式会社内  
 ⑯ 発 明 者 大 橋 株式会社 松下電工株式会社内  
 ⑰ 出 願 人 松下電工株式会社 大阪府門真市大字門真1048番地  
 ⑱ 代 理 人 弁理士 石田 長七 大阪府門真市大字門真1048番地 外2名

明 細 書

1. 発明の名称  
 電動工具

2. 特許請求の範囲

(1) ブラシレスモータを使用した電動工具において、上記ブラシレスモータを駆動する駆動回路部と、この駆動回路部を通常のネジ締め動作時には上記ブラシレスモータをブラシレスモータとして制御する第1の制御回路部と、上記駆動回路部を制御して上記ブラシレスモータをステップモータとしてステップ動作させる第2の制御回路部と、任意の時点で両制御回路部を切り替える切り替え手段とを備えたことを特徴とする電動工具。

(2) 基本となるクロックパルスを発振する第1の発振部と、この第1の発振部のクロックパルスより周波数がかなり高いクロックパルスを発振する第2の発振部と、両発振部からの出力の論理値をとるゲート回路と、このゲート回路出力をカウントするカウンタと、このカウンタの出力をアド

レス入力として該アドレスに対応し予め記憶したデータを第1の制御回路部の論理値と同一論理値として出力するメモリとで上記第2の制御回路部を構成したことを特徴とする請求項1記載の電動工具。

3. 発明の詳細な説明

【産業上の利用分野】

本発明は、ブラシレスモータを用い長寿命を実現するドリルやドライバ等の電動工具に関するものである。

【従来の技術】

従来、充電式の電動工具においては、ブラシ付きの直流電動機が多く用いられており、その寿命は直流電動機のブラシの寿命によるところが大きく、ブラシそのものの交換が可能な工具も多くみられる。

近年、モータの長寿命化については、一般にブラシレスモータを採用すれば駆動部分が磨耗しなくなり、非常に長寿命化が可能でメンテナンスフリーをうたったロボット、工具等が多く見

されている。

この種の充電工具は第9図に示すものが一般的な形状である。その本体21の内部には、ブラシレスモータ22が配設されており、ブラシレスモータ22の回転軸には減速ギア23が取付され、減速ギア23の出力軸にはチャック24が設けられている。また、ハンドル25の内部には充電可能な電池26が納装してあり、ハンドル25の上部には電源用のスイッチレバー27が取付されている。

以下、具体的に従来技術を図5図～第8図に基づいて説明する。充電式電動工具用のブラシレスモータにおいて、ホール素子H<sub>0</sub>、H<sub>1</sub>、H<sub>2</sub>は、図5図及び第6図に示すように機械角60°で配設されており、空室を介して対向した永久磁石同素子1の磁極あるいは位置検知用磁石の磁束密度に応じた信号を出力する。その信号は第8図(a)～(c)に示すように、各々の位置が2π/3ずつずれた正弦波状の電圧波形となり、この信号から3相バイポーラ駆動回路に必要な信号列を作成する分配回路2を通じ、各コイルL<sub>0</sub>、L<sub>1</sub>、L<sub>2</sub>に

第8図(i)(j)(a)に示すように駆動する。しかし、上側のパワーMOSFETT<sub>10</sub>～T<sub>12</sub>のソースは、下側のパワーMOSFETT<sub>20</sub>～T<sub>22</sub>のドレインに接続されているため、グランドからみた電位は下側のパワーMOSFETT<sub>20</sub>～T<sub>22</sub>のオン、オフの状態で異なったものとなる。

しかるに、通常、パワーMOSFETは、ゲート・ドレイン間に所定の電圧を印加しないと動作しないため、上側のパワーMOSFETT<sub>10</sub>～T<sub>12</sub>は、下側のパワーMOSFETT<sub>20</sub>～T<sub>22</sub>と異なった電圧が必要となり、そのため、直流整流ダイオードD<sub>0</sub>～D<sub>2</sub>、電圧調整用コンデンサC<sub>0</sub>～C<sub>2</sub>と、充電用抵抗R<sub>10</sub>～R<sub>12</sub>で構成されたフローティング電源4<sub>0</sub>～4<sub>2</sub>を用い、グランドと抵抗R<sub>10</sub>～R<sub>12</sub>で分圧されたコンデンサC<sub>0</sub>～C<sub>2</sub>に蓄積された電圧で、上側のパワーMOSFETT<sub>10</sub>～T<sub>12</sub>のゲートを駆動する。ここで、第8図(d)、(f)、(h)に示す出力がHレベルの場合、第8図(j)、(l)、(a)に示すように、トランジスタT<sub>10</sub>～T<sub>12</sub>により反転されたLレベルの

生成した6個のパワーMOSFETT<sub>10</sub>～T<sub>12</sub>を駆動するための第8図(d)～(i)に示すような6個の信号列を出力する。第8図(d)～(i)に示す6個の信号列出力のうち、第8図(e)、(g)、(i)に示す出力は、PNP、NPN型のトランジスタからなるトランジスタブリッジ5<sub>0</sub>～5<sub>2</sub>により1組のハーフブリッジの下側のパワーMOSFETT<sub>20</sub>～T<sub>22</sub>のゲートを第8図(h)(a)(c)に示すように駆動する。

ここで、分配回路2の出力(第8図(e)(g)(i))がHレベルの時、トランジスタブリッジ5<sub>0</sub>～5<sub>2</sub>の出力はHレベルとなり、パワーMOSFETT<sub>10</sub>～T<sub>12</sub>はオンとなる。また、分配回路2の出力(第8図(e)(g)(i))がLレベルの時、上記とは逆となり、パワーMOSFETT<sub>10</sub>～T<sub>12</sub>はオフすることになる。もう一方の信号列の出力(第8図(d)(f)(h))も同様にトランジスタT<sub>20</sub>～T<sub>22</sub>と、フローティング電源4<sub>0</sub>～4<sub>2</sub>、トランジスタブリッジ5<sub>0</sub>～5<sub>2</sub>によりハーフブリッジの上側のパワーMOSFETT<sub>20</sub>～T<sub>22</sub>のゲートを第

8図(j)(l)(a)に示すように駆動する。しかし、上側のパワーMOSFETT<sub>10</sub>～T<sub>12</sub>のソースは、下側のパワーMOSFETT<sub>20</sub>～T<sub>22</sub>のドレインに接続されているため、グランドからみた電位は下側のパワーMOSFETT<sub>20</sub>～T<sub>22</sub>のオン、オフの状態で異なったものとなる。

【発明が解決しようとする課題】

上述の従来例にあつては、ブラシレスモータはただ単に回転を行うのみであり、例えば、ネジ山の位置を任意の位置に揃えとか、ネジの締め具合を調整しながら一定量だけ少しずつ締めしていくといった動作を行うことはできなかった。なぜならば、回転を停止させるには、工具のスイッチを回すのであるが、電動機の回転数は制御できないからである。

本発明は、上述の点に鑑みて提供したものであつて、ネジ山の途中でスチップ駆動に切り替え、徐々に回転させてネジ山を揃えることができ、電動工具を提供することを目的としたものである。

る。

## 【課題を解決するための手段】

本発明は、ブラシレスモータを使用した電動工具において、上記ブラシレスモータを駆動する駆動回路部と、この駆動回路部を通常のネジ締め動作時には上記ブラシレスモータをブラシレスモータとして制御する第1の制御回路と、上記駆動回路部を制御して上記ブラシレスモータをステップモータとしてステップ動作させる第2の制御回路と、任意の時点で両制御回路を切り替える切替手段とを備えたものである。

また、基本となるクロックパルスを発振する第1の発振器と、この第1の発振器のクロックパルスより周波数がかなり長いクロックパルスを発振する第2の発振器と、両発振器からの出力の論理和をとるゲート回路と、このゲート回路出力をカウントするカウンタと、このカウンタの出力をアドレス入力として該アドレスに対応し予め記憶したデータを第1の制御回路の励磁信号と同じ励磁信号として出力するメモリとで上記第2の制御回路

を従って、通常のブラシレスモータの駆動制御回路に加えて、ブラシレスモータをステップモータとしてステップ動作させる制御回路を設け、外部スイッチにより、両者を切り替えることで、上記課題を解決できるものである。

すなわち、通常の回路はブラシレスモータとして回路させ、適当な時点でブラシレスモータをステップモータとしてステップ動作させ、所定のステップ送り量ずつ動作、停止を繰り返すことで間欠的な動作を可能とし、ネジ山を掘ったり、締め付け量を確認しながらネジ締めを実施することができものである。尚、動作を切り替えるスイッチは、持った場合に駆動付近となる電動工具のボディに設けることで、操作性を向上させることができる。

第1図に具体回路図を示す。本発明の構成は大きく分けて、ブラシレスモータを駆動するための従来の構成の駆動回路部10、ブラシレスモータをブラシレスモータとして制御するための制御回路である分配回路2と、ブラシレスモ-

ータを構成したものである。

## 【作 用】

図して、最初は切替手段により第1の制御回路の出力を駆動回路部に入力して通常の状態でネジを締めるようにし、途中で切替手段を操作して第2の制御回路の出力を駆動回路部へ入力し、ブラシレスモータをステップ動作させるようにしている。

また、メモリにより、カウンタの出力をアドレス入力として該アドレスに対応し予め記憶したデータを第1の制御回路の励磁信号と同じ励磁信号として出力し、この励磁信号はゲート回路にて第1の発振器からのクロックパルスが通過/停止を繰り返すことでステップ状に出力されて、ブラシレスモータをステップ動作させるようにしている。

## 【実施例】

以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。ブラシレスモータは基本的構造からわかるように、ステップモータと同等の構造を有してい

る。ステップモータとしてステップ動作させるための制御回路11とで分けられ、分配回路2と制御回路11とはロジックICからなる切替回路17でブラシレスモータをブラシレスモータ動作とステップモータ動作とに切り替えるようにしている。

駆動回路部10と分配回路2とは従来の同じ構成なので、ステップ動作させる制御回路11について説明する。ブラシレスモータの構造は第5図及び第6図に示すように、永久磁石励磁子1を持ち、外周に励磁コイル10、11、12が配置されており、ステップモータのそれと同一構造である。

基本的にステップモータと異なるのは、励磁電流の発生法である。ブラシレスモータは、設置された3個のホール素子が常に励磁子が回転方向に力が発生するように電流を切り替える位置に設けられており、それは自分自身が持っている。

これに対してステップモータの励磁は、外部より任意の電流でなされ、極端な場合励磁電流に

図様子がついてこれないことがある。この外部動作パターンはいろいろな動作方法が考えられ、ステップモータ駆動で実施されているが、本ブラシレスモータをそのままステップモータとして駆動するから、本発明では、ブラシレスモータが動作する場合と同じ動作パターン(2値動作)をロジック回路とPROM等で作成している。

本発明は、ロジックレベルの外部動作パターン(第8図の(a), (v), (f), (g), (h), (i))を作成するようにしたものであり、外部動作パターンの信号を電力増幅する回路をブラシレスモータを駆動する駆動回路部10を使用し、切替回路17にて切り替えるようにしている。

次に、制御回路11の具体構成について説明する。第1図及び第2図において、発振部12により、比較的周波数の高い(しかし、ブラシレスモータの起動動作範囲内)ステップモータとしてのステップ動作用の基本パルス信号(クロック1)を発生し、次の発振部13で比較的長時間のパルス(クロック2)を発生し、ゲート回路14によ

り、クロック1を、クロック2で通過/停止を繰り返すことで、ブラシレスモータをステップモータとして間欠的に駆動する。これは、ドリルの軸先が1回転を何ステップで駆動させるかを決めて

いる。  
この基本ステップは、以下の理由で必要となる。本ブラシレスモータを2値動作でステップモータ駆動すると、1ステップは駆動角で30°となる。しかしながら、工具に差し込んだ場合、歯車減速ギアで減速して使用することになる。従って、ステップモータの1ステップは電動工具の1/減速比になるため、工具軸先で決まった角度ずつ動作させるには、ステップモータは、あるパルス数だけ動作/停止を間欠的に繰り返す必要がある。ここで設定された基本ステップが工具軸先の1ステップに相当する。尚、減速比が小さい場合はこの限りでないが、通常減速比は1/10以上であるため、動作/停止をしないと工具軸先の速度が遅くなる。

上記クロック2で設定された期間、クロック

1の基本ステップが6進カウンタ15に入力され、動作パターンを記憶したEPROM等のROM16に必要なアドレスを作る。上記6進カウンタ15は、6進の入力パルスに対し、その3本の出力値が2進数で0から5までをカウントするもので、本ブラシレスモータは、6モードの動作信号で動作するので該6進カウンタ15を用いている。この6進カウンタ15の出力信号は第2図に示すK, L, Mで、これをROM16のアドレスに入力する。

ROM16には、第2図のD, E, F, G, H, Iに示すブラシレスモータ駆動時の動作パターンがそのまま記憶されており、アドレス信号が1ずつ上昇するにつれて順番に動作パターンが読み出される。この動作パターンD, E, F, G, H, Iは、従来のブラシレスモータにおける第8図の(a), (v), (f), (g), (h), (i)と同等の信号であり、ブラシレスモータを駆動する場合の分配回路2からの信号を同じ信号である動作パターンD, E, F, G, H, Iの信号が切替回路17に

入力される。ロジック1Cからなる切替回路17は外部の操作スイッチSW<sub>1</sub>にて出力を切り替えるものであり、この操作スイッチSW<sub>1</sub>の操作により、分配回路2からの信号と制御回路11からの信号とを切り替えて駆動回路部10に出力するようにしている。尚、切替回路17と操作スイッチSW<sub>1</sub>とで切替手段を構成している。

通常のネジを回める場合には、外部の操作スイッチSW<sub>1</sub>を操作して切替回路17を制御し、分配回路2からの信号が駆動回路部10に入力されるようにする。そして、任意の時点で操作スイッチSW<sub>1</sub>を操作して切替回路17からの出力がブラシレスモータをステップ動作させる制御回路11からの信号となるように切り替える。従って、クロック2の信号がHレベルの時に第2図のD, E, F, G, H, Iに示す動作パターンの信号が駆動回路部10に入力されて、ブラシレスモータを駆動させ、また、クロック2の信号がLレベルのときは、動作信号が出力されないため、ブラシレスモータが停止する。そのため、ブラシレスモ

# 特開平3-190586 (5)

ークは同大的に開短し、よって、ネジを徐々に開短させネジ山を踏えることができる。また、必要な締め付け力までゆっくりと締め付けが可能である。

第3図はROM16のアドレスとデータを示すものであり、順次1ステップずつ増加する各アドレス入力に対応して、図示する動作パターンとなるようにデータを編み込んでいる。すなわち、信号D、B、P、Q、H、Iを各々ROM16のビット0、1、2、3、4、5に記憶する。

ところで、第1図に示されている分配回路2部に設けてある3つのスイッチSWa、SWb、SWcは以下の機能を有している。すなわち、スイッチSWaは駆動回路部10に電源を供給するスイッチで、スイッチSWbはパワー-MOSFETの、…に電源を供給するスイッチであり、さらに、スイッチSWcはスタート/ストップの機能を有するスイッチである。そして、各スイッチの投入順序は、SWa→SWb→SWcとなるように構成している。

部に記憶されている。また、速度設定用のボリューム32を調整すべく操作片31もスイッチレバー27の背面の上部に突設してある。従って、スイッチレバー27を押すと、まず、駆動回路部10の電源供給用のスイッチSWaがオンし、次いでパワー-MOSFET電源供給用のスイッチSWbがオンし、次いでスタート/ストップ用のスイッチSWcがオンする。また、スイッチレバー27を更に押すことで、操作片31により電磁子33がスライドして、低抵抗を可変し、速度制御設定が行える。このように、1回のスイッチレバー27を押すだけで、所定の順序で各スイッチSWa…を操作することができる。

## 【発明の効果】

本発明は上述のように、ブラシレスモータを用いた電動工具において、上記ブラシレスモータを駆動する駆動回路部と、この駆動回路部を過熱のネジ締め動作時には上記ブラシレスモータをブラシレスモータとして駆動する第1の制御回路部と、上記駆動回路部を制御して上記ブラシレスモ

このように、駆動時のスイッチの投入手順を上記のようにしたこと、パワー-MOSFETのドレイン・ソース間に電圧がかかる場合は、それより以前に電圧にパワー-MOSFETのゲートをグラウンドへ接続して停止状態にすることが可能で、電源投入のノイズ等で誤動作しないものである。従って、パワー-MOSFETのブリッジの上下短絡もない。また、ブラシレスモータ22の回転はスイッチSWaを最初に投入し、次にスイッチSWbを投入後に最終的にスタート/ストップ信号で行うため、スイッチSWcを投入するまでにパワー-MOSFETには電圧に電圧が供給されており、パワー-MOSFETは完全にオン状態で動作を行い、電磁の恐れをなくすることができる。

第4図は上記スイッチSWa、SWb、SWcの構成を示している。すなわち、スイッチレバー27の背面から操作片28、29、30が上下方向に突設されており、この操作片28、29、30に対応して各スイッチSWa、SWb、SWcが上下方向で且つ、スイッチレバー27の背面部に

ークをストップモータとしてステップ動作させる第2の制御回路部と、任意の時点で両制御回路部を切り替える切替手段とを備えたものであるから、最初切替手段により第1の制御回路部の出力を駆動回路部に入力して通常の状態でネジを締めるようにし、途中で切替手段を操作して第2の制御回路部の出力を駆動回路部へ入力し、ブラシレスモータをストップ動作させることができ、そのための、ブラシレスモータを所定の位置でストップ動作に切り替え、徐々に開短させてネジ山を踏えることができ、また、必要な締め付け力までゆっくりと締め付けが可能となる効果を奏するものである。

また、基本となるクロックパルスを発振する第1の発振部と、この第1の発振部のクロックパルスより周波数がかなり長いクロックパルスを発振する第2の発振部と、両発振部からの出力の論理和をとるゲート回路と、このゲート回路出力をカウントするカウンタと、このカウンタの出力をアドレス入力として該アドレスに対応し予の記憶したデータを第1の制御回路部の動作信号と同じ記憶

特開平3-190586 (6)

6はROM、22はブラシレスモータである。

代理人 弁理士 石 田 長 七

信号として出力するメモリとて上記第2の制御回路を構成したものであるから、メモリにより、カウンタの出力をアドレス入力として該アドレスに対応し予め記憶したデータを第1の制御回路の記憶信号と同じ記憶信号として出力し、この記憶信号はゲート回路にて第1の発振器からのクロックパルスが通過/停止を繰り返すことでステップ状に出力されて、ブラシレスモータをステップ動作させることができるものである。

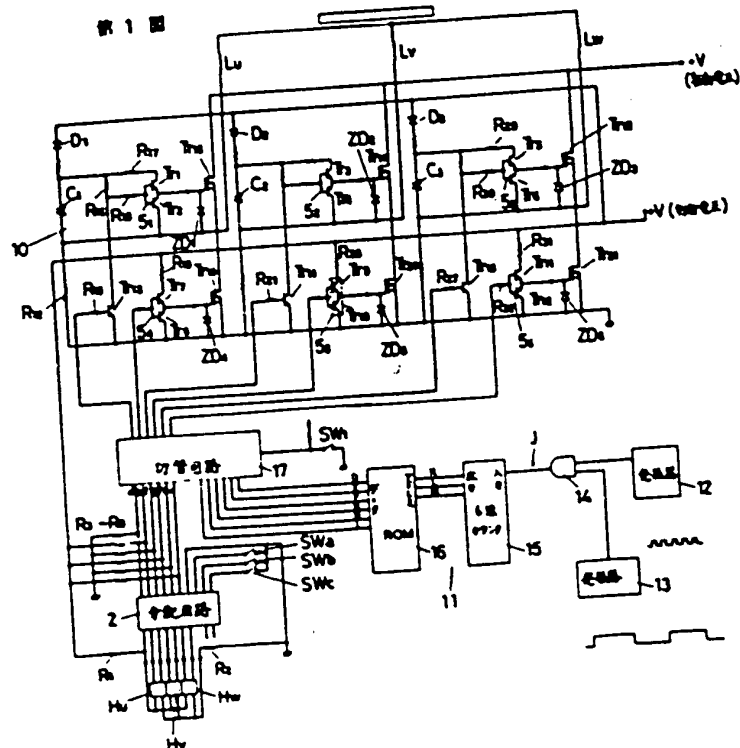
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例の具体回路図、第2図は同上の動作波形図、第3図は同上の動作説明図、第4図は同上のスイッチ部分の構成図、第5図はブラシレスモータの構成図、第6図は同上の断面図、第7図は従来例の具体回路図、第8図は同上の動作波形図、第9図は電動工具の断面図である。

2は分配回路、10は駆動回路部、11は制御回路、12は第1の発振器、13は第2の発振器、14はゲート回路、15は6進カウンタ、1

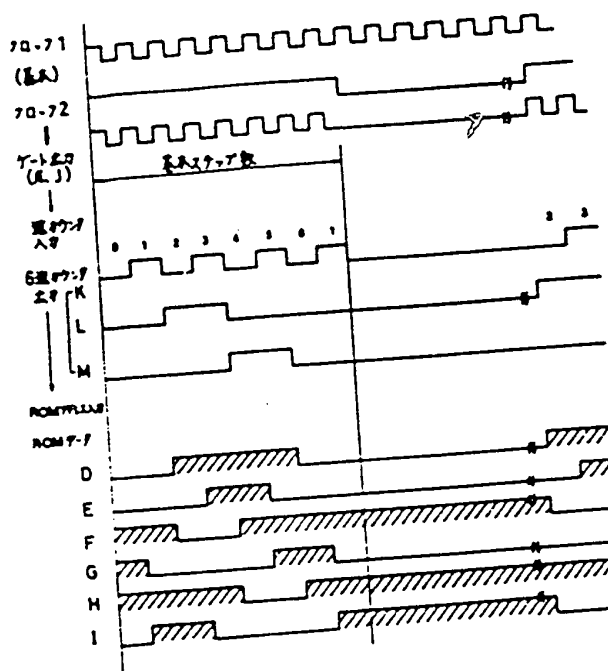
第1図

- 2 分配回路
- 10 駆動回路部
- 11 制御回路
- 12 第1の発振器
- 13 第2の発振器
- 14 ゲート回路
- 15 6進カウンタ
- 16 ROM



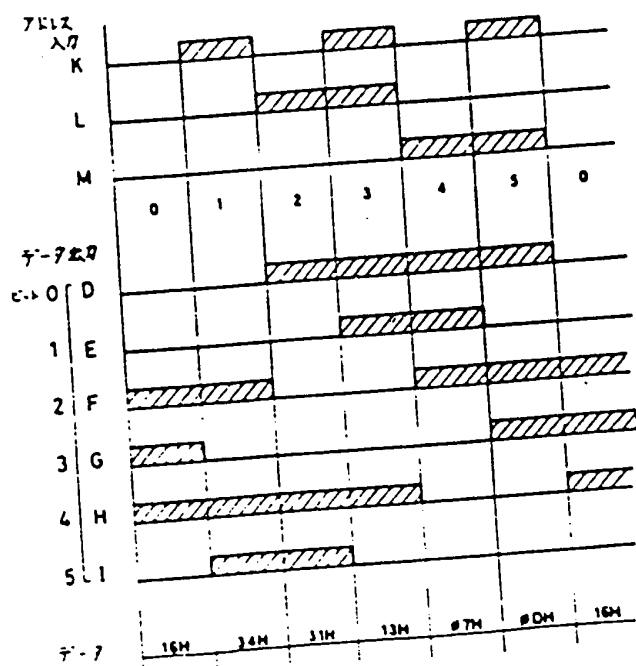
特圖平 3-190586 (7)

第 2 版

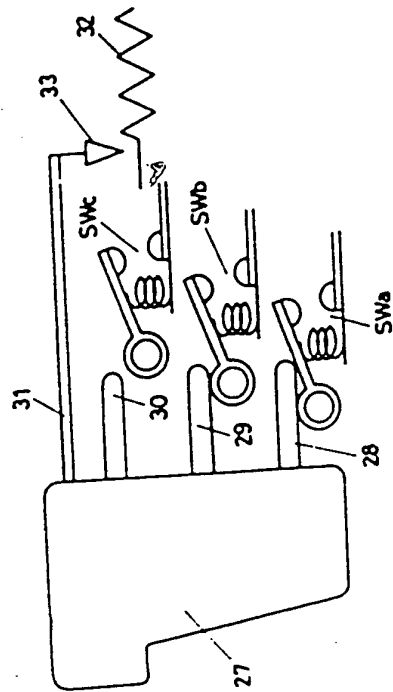


七

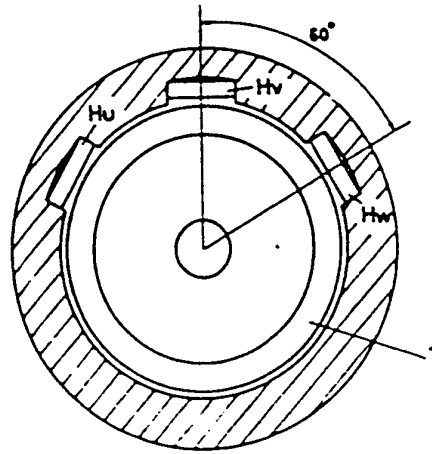
第 3 回



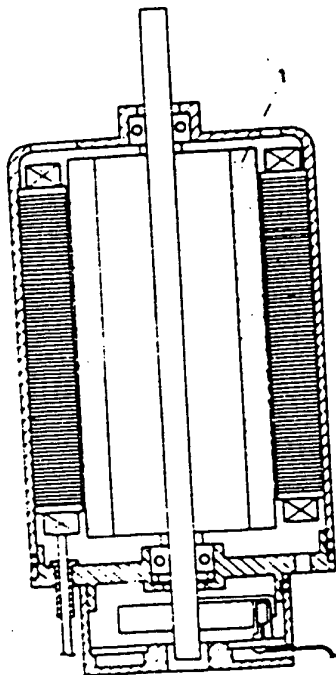
第4図



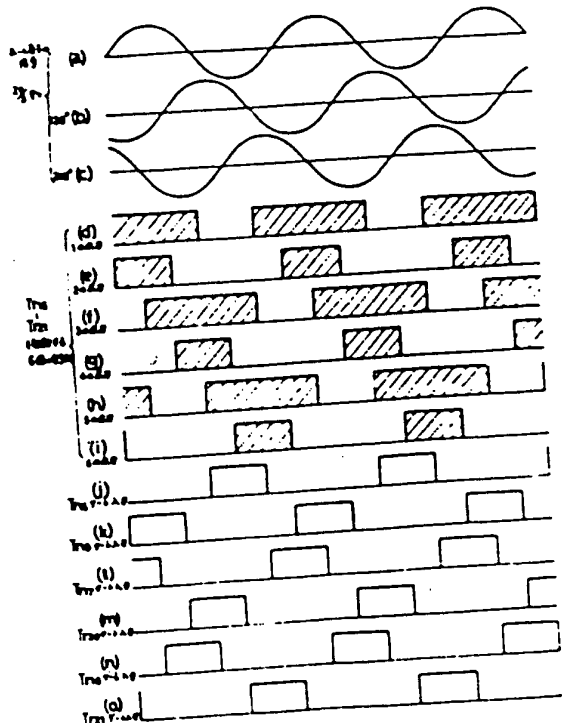
第5図



第6図



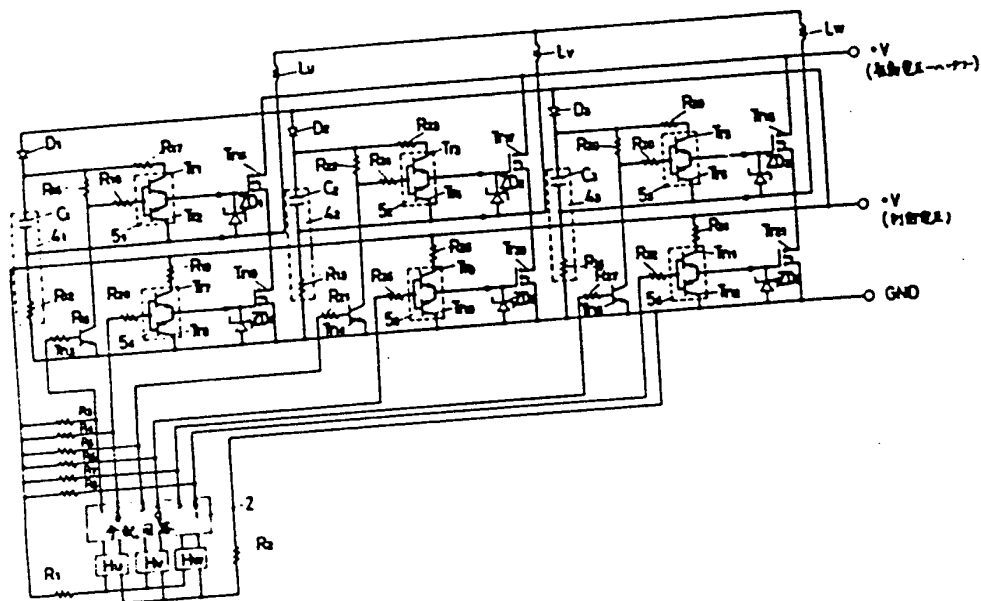
第8図





特開平3-190586 (9)

第7図



第9図

